



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

# ①2 Offenlegungsschrift ①0 DE 43 06 127 A 1

⑤1 Int. Cl.<sup>5</sup>:  
**B 25 J 5/00**  
B 65 G 53/32  
B 60 P 3/16  
E 04 G 21/04  
// F04B 15/02

②1 Aktenzeichen: P 43 06 127.3  
②2 Anmeldetag: 27. 2. 93  
④3 Offenlegungstag: 1. 9. 94

DE 43 06 127 A 1

⑦1 Anmelder:  
Putzmeister-Werk Maschinenfabrik GmbH, 72631  
Aichtal, DE

⑦4 Vertreter:  
Wolf, E., Dipl.-Phys. Dr.-Ing.; Lutz, J., Dipl.-Phys.  
Dr.rer.nat., Pat.-Anwälte, 70193 Stuttgart

⑦2 Erfinder:  
Schlecht, Karl, 7024 Filderstadt, DE; Benckert,  
Hartmut, Dr., 7024 Filderstadt, DE

⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

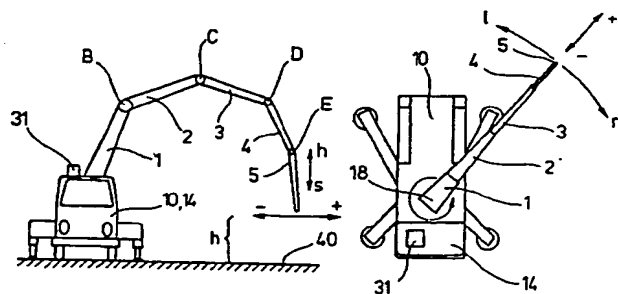
DE 39 31 255 A1  
DE 39 11 677 A1  
DE 38 30 315 A1  
DE 34 46 290 A1  
DE 34 45 130 A1  
DE 33 39 495 A1

DE 31 30 727 A1  
GB 22 28 065 A  
US 42 76 975

BENCKERT, Hartmut;  
RENZ, Hans: Entwicklung der Antriebshydraulik für  
mobile Betonverteilermaste. In: O + P Ölhydraulik  
und Pneumatik, 36, 1992, Nr.4, S.242-244, 247, 248,  
251;  
N.N.: Hochflexibles Arbeitsgerät von Putzmeister. In:  
ATZ Automobiltechnische Zeitschrift 92, 1990, 1,  
S.36;

⑤4 Großmanipulator, insbesondere für Autobetonpumpen

⑤7 Die Erfindung betrifft einen Großmanipulator, insbesondere für Autobetonpumpen. Auf einem Gestell ist ein um eine vertikale Drehachse (18) antreibbarer Mastbock sowie ein aus mindestens drei Mastarmen (1 bis 5) zusammengesetzter Knickmast angeordnet. Die Mastarme (1 bis 5) des Knickmasts sind um horizontale, zueinander parallele Knickachsen (A bis E) paarweise gegenüber dem jeweils benachbarten Mastbock (16) oder Mastarm (1 bis 5) mittels je eines Antriebsaggregats (30) begrenzt verschwenkbar. Die Betätigung des Knickmasts erfolgt über eine Fernsteuereinrichtung (30) mit Steuerhebeln (34, 34', 34''). Um eine klare Zuordnung zwischen den Bewegungen des Steuerhebels (34) und des Knickmasts zu gewährleisten, wird gemäß der Erfindung vorgeschlagen, daß die Fernsteuereinrichtung (30) einen über den Steuerhebel (34) ansteuerbaren, rechnergestützten Koordinatengeber (42) für die Antriebsaggregate (30) aufweist, über den in der einen Stellrichtung (+, -) des Steuerhebels (34) die Antriebsaggregate (30) der Knickachsen (A bis E) unabhängig vom Antriebsaggregat der Drehachse (18) des Mastbocks (16) unter Ausführung einer Streck- oder Verkürzungsbewegung des Knickmasts (20) bei vorgegebener Höhe (h) der Mastspitze betätigbar sind. In der anderen, zur ersten senkrechten Stellrichtung (l, r) des Steuerhebels (34) wird über den Koordinatengeber (42) eine Drehbewegung des Knickmasts (20) um die Drehachse (18) ausgelöst, und zwar unabhängig von der Bewegung in den Knickachsen (A bis E) ...



DE 43 06 127 A 1

Die Erfindung betrifft einen Großmanipulator, insbesondere für Autobetonpumpen, mit einem auf einem Gestell, vorzugsweise einem Fahrgestell, angeordneten, um eine im wesentlichen vertikale Drehachse mittels eines Antriebsaggregats antreibbaren Mastbock, einem aus mindestens drei Mastarmen zusammengesetzten, vorzugsweise als Betonverteilmast ausgebildeten Knickmast, welche Mastarme um jeweils horizontale, zueinander parallele Knickachsen paarweise gegenüber dem jeweils benachbarten Mastbock oder Mastarm mittels je eines weiteren Antriebsaggregats begrenzt verschwenkbar sind, und mit einer mindestens einen Steuerhebel aufweisenden Fernsteuereinrichtung zur Ansteuerung der Antriebsaggregate, wobei der Steuerhebel in zwei zueinander senkrechten Hauptstellrichtungen vor- und rückwärts verstellbar ist.

Autobetonpumpen dieser Art sind mobile Arbeitsgeräte, die mit vollem 360°-Schwenkbereich des Mastbocks bei gestreckter horizontaler Lage des Knickmasts eingesetzt werden können. Der Bediener ist für die Steuerung der Autobetonpumpe und die Positionierung des Beton-Endschlauches am letzten Arm des Knickmasts verantwortlich. Er hat dazu mehr als zwei rotatorische Freiheitsgrade des Knickmasts über die zugehörigen Antriebsaggregate unter Bewegung des Knickmasts im nicht strukturierten dreidimensionalen Arbeitsraum bei Beachtung der Baustellenrandbedingungen zu betätigen. Durch den Einsatz von Proportional-Funkfernsteuerungen wurde diese Bedienertätigkeit dahingehend erleichtert, daß der Bediener nicht mehr mit einem Kabel räumlich mit der Autobetonpumpe verkettet ist. Es besteht jedoch weiterhin das Risiko, daß bei einer Einzelachsenbetätigung unkontrollierte Bewegungen am Endschlauch und damit eine Gefährdung des Baustellenpersonals auftreten können. Zur Erleichterung der Handhabung des Großmanipulators wurde bereits vorgeschlagen, statt der Einzelansteuerung der rotatorischen Freiheitsgrade des Knickmasts den Endschlauch durch geeignete Rechnerunterstützung in einem kartesischen x-, y-, z-Koordinatensystem mit Hilfe von Stellhebeln zu verfahren, wobei wahlweise ein gestellfestes oder baustellenfestes Koordinatensystem gewählt werden kann. Diese Art der Betätigung hat sich jedoch bei vielen Anwendungsfällen als recht umständlich erwiesen, da die hierfür erforderliche Betätigung der Steuerhebel mit den optisch wahrnehmbaren Bewegungsabläufen des Knickmasts nicht ohne weiteres in Einklang gebracht werden kann.

Ausgehend hiervon liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, den bekannten Großmanipulator der eingangs angegebenen Art dahingehend zu verbessern, daß es dem Bediener möglich ist, beliebige Punkte im Raum in der Reichweite des Knickmasts mit einfachen Handhabungen der Bedienelemente anzusteuern.

Zur Lösung dieser Aufgabe wird die im Patentanspruch 1 angegebene Merkmalskombination vorgeschlagen. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

Die Erfindung geht von der Erkenntnis aus, daß bei einer gemeinsamen Ansteuerung der redundanten Knickachsen des Knickmasts unabhängig von der Drehachse des Mastbocks mit einem einzigen Stellvorgang des Steuerhebels eine für den Bediener anschauliche Streck- oder Verkürzungsbewegung des Knickmasts bei vorgegebener Höhe der Knickmastspitze ausge-

führt werden kann. Um dies zu ermöglichen, weist die Fernsteuereinrichtung einen über den Steuerhebel ansteuerbaren, rechnerunterstützten Koordinatengeber für die Antriebsaggregate auf, über den in der einen Hauptstellrichtung des Steuerhebels die Antriebsaggregate der Knickachsen unabhängig vom Antriebsaggregat der Drehachse des Mastbocks unter Ausführung einer Streck- oder Verkürzungsbewegung des Knickmasts bei vorgegebener Höhe der Mastspitze betätigbar sind.

Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist über den Koordinatengeber in der anderen, zur ersten senkrechten Hauptstellrichtung des Steuerhebels oder in der einen Hauptstellrichtung eines weiteren Steuerhebels das Antriebsaggregat der Drehachse des Mastbocks unabhängig von den Antriebsaggregaten der Knickachsen unter Ausführung einer Drehbewegung des Knickmasts bei vorgegebener Höhe der Mastspitze betätigbar. Weiter ist es vorteilhaft, wenn über den Koordinatengeber dazuhin in der anderen, zur ersten senkrechten Hauptstellrichtung des Steuerhebels oder in der einen Hauptstellrichtung eines weiteren Steuerhebels die Antriebsaggregate der Knickachsen unabhängig vom Antriebsaggregat der Drehachse des Mastbocks unter Ausführung einer Hub- oder Senkbewegung der Mastspitze und Beibehaltung von deren radialem Abstand von der Drehachse betätigbar sind.

Zur Optimierung des Bewegungsablaufs beim Streck- oder Verkürzungsvorgang ist es wichtig, daß die Antriebsaggregate der redundanten Knickachsen des Knickmasts jeweils nach Maßgabe einer gegebenenfalls wahlweise vorgebbaren Weg-Schwenk-Charakteristik betätigbar sind. Da die Mastarme in Abhängigkeit von ihrer Ausrichtung zur Gravitationsachse einerseits und von der an ihnen angreifenden Last (z. B. Beton im Förderrohr) andererseits mehr oder weniger großen Biege- und Torsionsmomenten ausgesetzt sind, die die Lage der Mastspitze bei gegebenen Schwenkstellungen in den einzelnen Gelenken verfälscht, wird gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung vorgeschlagen, daß die Weg-Schwenk-Charakteristik im Koordinatengeber nach Maßgabe der an den einzelnen Mastarmen angreifenden lastabhängigen Biege- und Torsionsmomente modifizierbar ist. Entsprechendes gilt, wenn zur Vermeidung von Kollisionen im Bewegungsraum des Knickmasts Hindernisse zu überwinden sind. Hierzu ist es zweckmäßig, die Weg-Schwenk-Charakteristik der Knickachsen im Koordinatengeber nach Maßgabe von der Mastarmbewegung räumlich begrenzenden Kollisionszonen, insbesondere durch Vorgabe eines höchsten und/oder tiefsten Knickpunkts begrenzt wird. Eine weitere Sicherheit in dieser Hinsicht wird erzielt, wenn die Weg-Schwenk-Charakteristik der Knickachsen im Koordinatengeber nach Maßgabe von durch einen vorzugsweise am letzten Mastarm angeordneten Abstandssensor abgegebenen Meßsignalen modifizierbar ist.

Zur Erweiterung der Einsatzmöglichkeiten der Fernsteuereinrichtung ist es von Vorteil, wenn die Stellhebel über den Koordinatengeber wahlweise auf gestellfeste oder baustellenfeste kartesische Koordinaten oder auf die einzelnen Gelenkkordinaten umschaltbar sind.

Im folgenden wird die Erfindung anhand eines in der Zeichnung in schematischer Weise dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 eine Seitenansicht einer Autobetonpumpe mit fünfarmigem Knickmast in zusammengeklapptem Zustand;

Fig. 2a und b eine Seitenansicht und eine Draufsicht einer Autobetonpumpe mit auseinandergeklapptem Knickmast;

Fig. 3a und b je einen Ausschnitt aus dem fahrzeugfernen und fahrzeugfesten Teil einer Fernsteuereinrichtung in schematischer Darstellung.

Die in der Zeichnung dargestellte Autobetonpumpe weist ein Fahrgestell 10, einen in der Nähe der Vorderachse 12 und des Fahrerhauses 14 des Fahrgestells 10 angeordneten Mastbock 16, einen am Mastbock 16 um eine vertikale Drehachse 18 mittels eines nicht dargestellten hydraulischen Drehaggregats um 360° drehbaren Knickmast 20, eine über einen Materialaufgabebelälter 22 mit Beton beaufschlagbare, hydraulisch angetriebene Betonpumpe 24 und eine über eine Rohrweiche 26 an die Betonpumpe 24 angeschlossene Förderleitung 28 auf. Der Knickmast 20 weist fünf Mastarme 1, 2, 3, 4 und 5 auf, die an dem Knickgelenk A mit dem Mastbock 16 und an den Knickgelenken B, C, D und E um jeweils horizontale Knickachsen schwenkbar miteinander verbunden sind. Das Ein- und Ausfalten der Mastarme 1 bis 5 um die Gelenke A bis E erfolgt hydraulisch mittels doppeltwirkenden Hydrozylindern 30, die mit ihren freien zylinderseitigen und stangenseitigen Enden an Auslegern bzw. Umlegebügeln der Mastarme 1 bis 5 und des Mastbocks 16 angelenkt sind.

In der in Fig. 1 gezeigten Fahrstellung sind die Mastarme in zueinander im wesentlichen paralleler Ausrichtung gegeneinander gefaltet, während sie in der Darstellung nach Fig. 2a und b auseinandergeklappt sind.

Zur Betätigung der Antriebsaggregate des Knickmasts ist eine Fernsteuereinrichtung vorgesehen, die ein vom Fahrgestell getrenntes Funkfernsteuergerät 30' und eine mit dem Funkfernsteuergerät 30' mittels Senderempfängern 36, 36' über eine bidirektionale Funkstrecke 38 kommunizierende fahrzeugfeste Steuereinrichtung 31 umfaßt. Das Funkfernsteuergerät 30' weist mehrere, als Steuerhebel ausgebildete Bedienorgane 34, 34', 34'' auf, die jeweils in zwei zueinander senkrechten Hauptstellrichtungen vor- und rückwärts unter Abgabe von Steuersignalen verstellt werden können. Die Steuersignale werden über die bidirektionale Funkstrecke zum fahrzeugfesten Senderempfänger 36' übertragen und in einer Datenaufbereitungsstufe 40 und einem rechnergestützten Koordinatengeber 42 in Koordinatensignale für die Antriebsaggregate 30 der sechs Achsen 18, A, B, C, D, E umgesetzt. Zusätzlich kann die Größe der Auslenkung der Steuerhebel 34, 34', 34'' über eine geeignete Sensorik oder Elektronik in geschwindigkeitsbestimmende Signale umgesetzt werden.

Bei dem in Fig. 2a und b in Verbindung mit Fig. 3a und b gezeigten Ausführungsbeispiel werden über den Steuerhebel 34 in der einen Hauptstellrichtung (+, -) mit Unterstützung eines fahrzeugfesten Rechners die Antriebsaggregate 30 sämtlicher Knickachsen A bis E einzeln oder in ihrer Gesamtheit so angesteuert, daß der Knickmast 20 in Plusrichtung eine Streckbewegung und in Minusrichtung eine Verkürzungsbewegung bei konstanter Drehlage des Mastbocks 16 und bei konstanter Höhe h des Knickmastendes über dem Boden 40 ausführt. Jede Knickachse A bis E wird innerhalb des Koordinatengebers 42 so softwaremäßig angesteuert, daß die Knickgelenke in Abhängigkeit von Weg und Zeit sich harmonisch zueinander bewegen. Sofern die den Knickachsen zugeordneten Antriebsaggregate als Hydraulikzylinder 30 mit in den Zylindern untergebrachten Längenmeßsystemen 44 ausgebildet sind, kann hierzu die gemessene Hubbewegung des Zylinders mit Hilfe einer

vorgegebenen Weg-Schwenk-Charakteristik in die zugehörige Drehbewegung des Gelenks umgerechnet werden. Die Ansteuerung der redundanten Freiheitsgrade der Knickgelenke erfolgt somit nach einer vorprogrammierten Strategie, bei der auch Kollisionszonen in Form von Hindernissen, Decken, Einbauten und dergleichen über die Betriebssoftware eingegeben und im Bewegungsablauf berücksichtigt werden können. Zur Erhöhung der Genauigkeit kann auf in Dateien abgelegte Korrekturdaten (z. B. zur Kompensation einer lastabhängigen Deformation) zurückgegriffen werden.

Die Drehlage des Knickmasts 20 im Mastbock 16 um die Drehachse 18 erfolgt bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel durch Betätigung des Steuerhebels 34 in horizontaler Hauptstellrichtung (r,l), wobei in Richtung r eine Rechtsdrehung und in der Richtung l eine Linksdrehung um die Drehachse 18 ausgelöst wird. Die Hub-Senk-Bewegung (h, s) des an der Mastspitze angeordneten Endschlauchs, beispielsweise unter Beibehaltung der radialen Auslenkung des Knickmasts 20 kann unter Ansteuerung der Antriebsaggregate 30 der Knickachsen A bis E über einen weiteren Betätigungshebel 34' ausgelöst werden. Bei einer Betätigung der Steuerhebel in einer von den zueinander senkrechten Hauptstellrichtungen abweichenden Zwischenrichtung werden jeweils beide Steuerarten nach Art einer Komponentenzerlegung angesprochen.

Mit diesen Maßnahmen ist es möglich, den gesamten Raum innerhalb der Reichweite des Knickmasts mit den notwendigen Kollisionsbegrenzungen mit nur drei Hauptstellrichtungen unter Verwendung von zwei Steuerhebeln (34, 34') mit der Mastspitze abzufahren, wobei die Bewegungen der Steuerhebel in einer für den Bediener anschaulichen Weise in die drei genannten Bewegungskomponenten des Knickmasts 20 umsetzbar sind. An dem Display 32 kann der Bediener die aktuellen Koordinatenwerte der Mastspitze in einem über den Wählschalter 33 ausgewählten Koordinatensystem ablesen.

Zusammenfassend ist folgendes festzustellen: Die Erfindung betrifft einen Großmanipulator, insbesondere für Autobetonpumpen. Auf einem Gestell ist ein um eine vertikale Drehachse 18 antreibbarer Mastbock sowie ein um mindestens drei Mastarmen 1 bis 5 zusammengesetzter Knickmast angeordnet. Die Mastarme 1 bis 5 des Knickmasts sind um horizontale, zueinander parallele Knickachsen A bis E paarweise gegenüber dem jeweils benachbarten Mastbock 16 oder Mastarm 1 bis 5 mittels je eines Antriebsaggregats 30 begrenzt verschwenkbar. Die Betätigung des Knickmasts erfolgt über eine Fernsteuereinrichtung 30 mit Steuerhebeln 34, 34', 34''. Um eine klare Zuordnung zwischen den Bewegungen des Steuerhebels 34 und des Knickmasts zu gewährleisten, wird gemäß der Erfindung vorgeschlagen, daß die Fernsteuereinrichtung einen über den Steuerhebel 34 ansteuerbaren, rechnergestützten Koordinatengeber 42 für die Antriebsaggregate 30 aufweist, über den in der einen Hauptstellrichtung (+, -) des Steuerhebels 34 die Antriebsaggregate 30 der Knickachsen A bis E unabhängig vom Antriebsaggregat der Drehachse 18 des Mastbocks 16 unter Ausführung einer Streck- oder Verkürzungsbewegung des Knickmasts 20 bei vorgegebener Höhe h der Mastspitze betätigbar sind. In der anderen, zur ersten senkrechten Hauptstellrichtung (l, r) des Steuerhebels 34 wird über den Koordinatengeber 42 eine Drehbewegung des Knickmasts 20 um die Drehachse 18 ausgelöst, und zwar unabhängig von der Bewegung in den Knickachsen A bis E bei

vorgegebener Höhe  $h$  der Knickmastspitze.

#### Patentansprüche

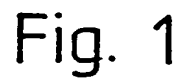
1. Großmanipulator, insbesondere für Autobetonpumpen, mit einem auf einem Gestell, insbesondere einem Fahrgestell (10), angeordneten, um eine im wesentlichen vertikale Drehachse (18) mittels eines Antriebsaggregats antreibbaren Mastbock (16), einem aus mindestens drei Mastarmen (1 bis 5) zusammengesetzten, vorzugsweise als Betonverteilmast ausgebildeten Knickmast (20), welche Mastarme (1 bis 5) um jeweils horizontale, zueinander parallele Knickachsen (A bis E) paarweise gegenüber dem jeweils benachbarten Mastbock (16) oder Mastarm (1 bis 5) mittels je eines weiteren Antriebsaggregats (30) begrenzt verschwenkbar sind, und mit einer mindestens einen Steuerhebel (34, 34', 34'') aufweisenden Fernsteuereinrichtung zur Ansteuerung der Antriebsaggregate, wobei der Steuerhebel (34, 34', 34'') in zwei zueinander senkrechten Hauptstellrichtungen vor- und rückwärts verstellbar ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Fernsteuereinrichtung einen über den Steuerhebel (34) ansteuerbaren, rechnerunterstützten Koordinatengeber (42) für die Antriebsaggregate (30) aufweist, über den in der einen Hauptstellrichtung (+, -) des Steuerhebels (34) die Antriebsaggregate (30) der Knickachsen (A bis E) unabhängig vom Antriebsaggregat der Drehachse (18) des Mastbocks (16) unter Ausführung einer Streck- oder Verkürzungsbewegung des Knickmasts (20) bei vorgegebener Höhe ( $h$ ) der Knickmastspitze betätigbar sind.
2. Großmanipulator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß über den Koordinatengeber (42) in der anderen, zur ersten senkrechten Hauptstellrichtung ( $r$ ,  $l$ ) des Steuerhebels (34) oder in der einen Hauptstellrichtung eines weiteren Steuerhebels (34', 34'') das Antriebsaggregat der Drehachse (18) des Mastbocks (16) unabhängig von den Antriebsaggregaten (30) der Knickachsen (A bis E) unter Ausführung einer Drehbewegung des Knickmasts (20) bei vorgegebener Höhe ( $h$ ) der Knickmastspitze betätigbar ist.
3. Großmanipulator nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß über den Koordinatengeber (42) in der anderen, zur ersten senkrechten Hauptstellrichtung des Steuerhebels (34) oder in der einen Hauptstellrichtung ( $h$ ,  $s$ ) eines weiteren Steuerhebels (34') die Antriebsaggregate (30) der Knickachsen (A bis E) unabhängig vom Antriebsaggregat der Drehachse (18) des Mastbocks (16) unter Ausführung einer Hub- oder Senkbewegung der Knickmastspitze, vorzugsweise unter Beibehaltung von dessen radialem Abstand von der Drehachse (18) betätigbar sind.
4. Großmanipulator nach Anspruch 1 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Antriebsaggregate (30) der redundanten Knickachsen (A bis E) des Knickmasts (20) jeweils nach Maßgabe einer wahlweise vorgebbaren Weg-Schwenk-Charakteristik betätigbar sind.
5. Großmanipulator nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Weg-Schwenk-Charakteristik der Knickachsen (A bis E) im Koordinatengeber (42) nach Maßgabe von an den einzelnen Mastarmen (1 bis 5) angreifenden lastabhängigen Biege- und/oder Torsionsmomenten modifizierbar ist.

6. Großmanipulator nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Weg-Schwenk-Charakteristik der Knickachsen (A bis E) im Koordinatengeber nach Maßgabe von die Mastarmbewegungen räumlich begrenzenden Kollisionszonen, insbesondere durch Vorgabe eines höchsten und/oder tiefsten Knickpunkts, modifizierbar ist.

7. Großmanipulator nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Weg-Schwenk-Charakteristik der Knickachsen (A bis E) im Koordinatengeber (42) nach Maßgabe von durch einen vorzugsweise am letzten Mastarm (E) angeordneten Abstandssensor abgegebenen Meßsignalen modifizierbar ist.

8. Großmanipulator nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Stellhebel (34, 34', 34'') über den Koordinatengeber (42) auf gestellfeste oder baustellenfeste kartesische Koordinaten oder auf die einzelnen Gelenkkordinaten (A bis E) umschaltbar sind.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen



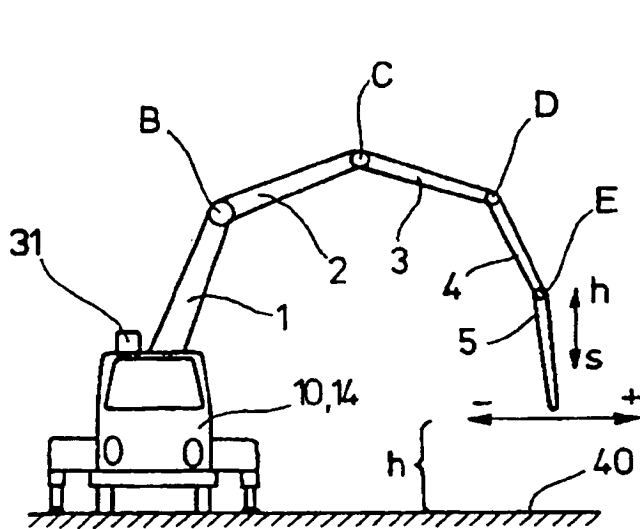


Fig. 2a

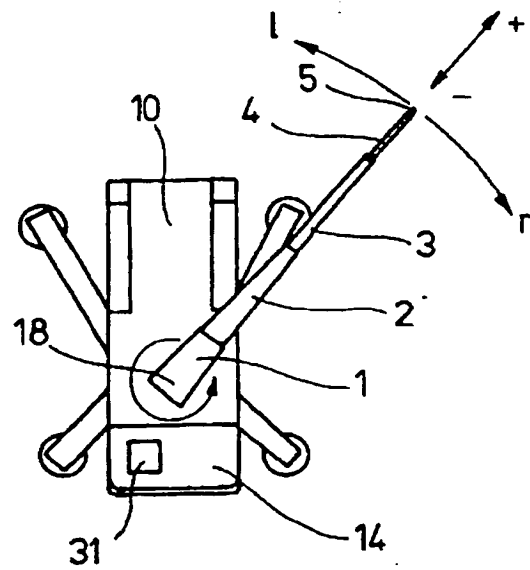


Fig. 2b

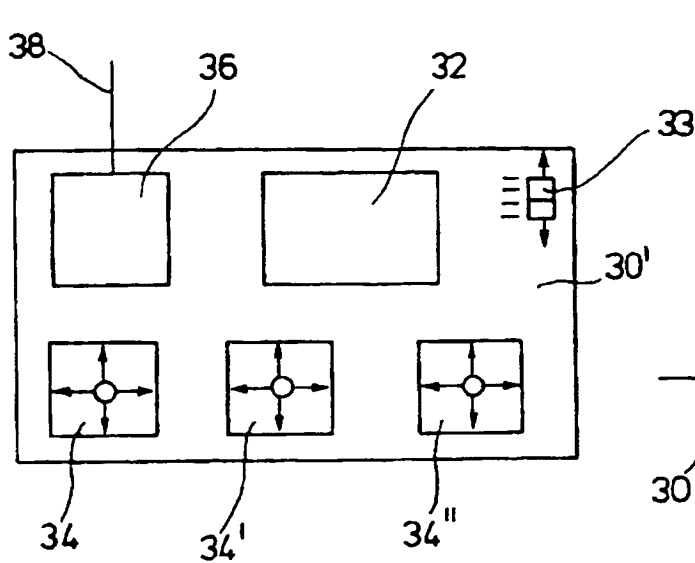


Fig. 3a

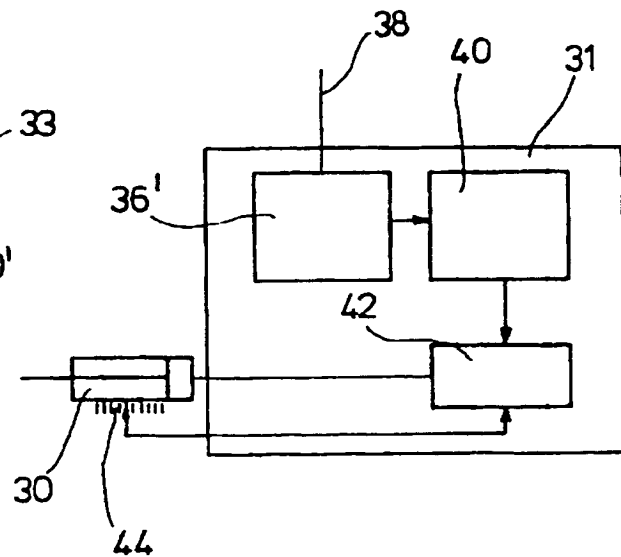


Fig. 3b